Pe APA | Publicación Electrónica
ASOCIACIÓN PALEONTOLÓGICA ARGENTINA

www.peapaleontologica.org.ar

# Paleoherpetología riojana desde el CRILAR: una historia de hallazgos y transferencia

LUCAS ERNESTO FIORELLI[1,2]
ESTEBAN MARTÍN HECHENLEITNER[1,2,3]
IVANA AMELOTTI[1,2,4]

**1.** Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).
**2.** Centro Regional de Investigaciones Científicas y Transferencia Tecnológica de La Rioja (CRILAR), Universidad Nacional de La Rioja (UNLaR), Servicio Geológico Minero Argentino, Buenos Aires, Argentina (SEGEMAR), Universidad Nacional de Catamarca (UNCa), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Entre Ríos y Mendoza s/n, 5301 Anillaco, La Rioja, Argentina.
**3.** Instituto de Biología de la Conservación y Paleobiología (IBICOPA-DACEFYN), Universidad Nacional de La Rioja (UNLaR). Av. Luis M. de la Fuente S/N, 5300 La Rioja, La Rioja, Argentina.
**4.** Departamento Académico de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (DACEFYN), Universidad Nacional de La Rioja (UNLar). Av. Luis M. de la Fuente S/N, 5300 La Rioja, La Rioja, Argentina.

**Recibido:** 11 de diciembre 2020 - **Aceptado:** 16 de mayo 2021 - **Publicado:** 13 de mayo 2022

**Para citar este artículo:** Lucas Ernesto Fiorelli, Esteban Martín Hechenleitner e Ivana Amelotti1 (2022). Paleoherpetología riojana desde el CRILAR: una historia de hallazgos y transferencia. *Publicación Electrónica de la Asociación Paleontológica Argentina 22*(1): 88–106.

**Link a este artículo:** http://dx.doi.org/10.5710/PEAPA.16.05.2021.363








ISSN 2469-0228

**Asociación Paleontológica Argentina**
Maipú 645 1° piso, C1006ACG, Buenos Aires
República Argentina
**Tel/Fax** (54-11) 4326-7563
**Web:** www.apaleontologica.org.ar

Año 2022 - 22(1): 88–106



Publicación Electrónica
ASOCIACIÓN PALEONTOLÓGICA ARGENTINA

# PALEOHERPETOLOGÍA RIOJANA DESDE EL CRILAR: UNA HISTORIA DE HALLAZGOS Y TRANSFERENCIA

LUCAS ERNESTO FIORELLI[1,2], ESTEBAN MARTÍN HECHENLEITNER[1,2,3] E IVANA AMELOTTI[1,2,4]

[1]Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). *lucasfiorelli@gmail.com*; *emhechenleitner@gmail.com*; *ivanaamelotti@gmail.com*

[2]Centro Regional de Investigaciones Científicas y Transferencia Tecnológica de La Rioja (CRILAR), Universidad Nacional de La Rioja (UNLaR), Servicio Geológico Minero Argentino, Buenos Aires, Argentina (SEGEMAR), Universidad Nacional de Catamarca (UNCa), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Entre Ríos y Mendoza s/n, 5301 Anillaco, La Rioja, Argentina.

[3]Instituto de Biología de la Conservación y Paleobiología (IBICOPA-DACEFYN), Universidad Nacional de La Rioja (UNLaR). Av. Luis M. de la Fuente S/N, 5300 La Rioja, La Rioja, Argentina.

[4]Departamento Académico de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (DACEFYN), Universidad Nacional de La Rioja (UNLar). Av. Luis M. de la Fuente S/N, 5300 La Rioja, La Rioja, Argentina.

 **LEF:** https://orcid.org/0000-0001-5254-6935; **EMH:** https://orcid.org/0000-0002-9538-5681; **IA:** https://orcid.org/0000-0002-5719-2862

**Resumen.** Desde la creación del CRILAR (Centro Regional de Investigaciones Científicas y Transferencia Tecnológica) hace más de 20 años en la provincia de La Rioja, la paleoherpetología estuvo presente en su historia de investigación y transferencia. En el presente trabajo se narran los detalles de su creación, sus objetivos iniciales y los difíciles primeros años. Se describe cómo y cuándo comenzaron los estudios paleoherpetológicos del instituto, el hallazgo del sitio de nidificación de Sanagasta, el redescubrimiento del Cretácico de Los Llanos, los trabajos paleontológicos en Quebrada Santo Domingo y las investigaciones en el Triásico de la Cuenca Ischigualasto-Villa Unión. Además de las diferentes líneas de investigación, se mencionan diferentes colegas que colaboran con el CRILAR y las redes inter-institucionales que se generaron durante su historia. El CRILAR es el único centro de investigación del CONICET en la provincia de La Rioja, pero también es una institución de trasferencia científica, aspectos que serán abordados en detalle a lo largo del trabajo.

**Palabras clave.** Paleoherpetología. CRILAR. La Rioja. Triásico. Cretácico. Transferencia.

**Abstract.** RIOJAN PALEOHERPETOLOGY FROM THE CRILAR: HISTORY OF FINDINGS AND TRANSFERENCE. Since the creation of the CRILAR (Centro Regional de Investigaciones Científicas y Transferencia Tecnológica) more than 20 years ago in the province of La Rioja, paleoherpetology has been present throughout its research and outreach history. In this paper, the details of its creation, its initial objectives, and the difficult first years are narrated. It will describe how and when the institute's paleoherpetological studies began, as well as the discovery of the Sanagasta nesting site, the rediscovery of the Cretaceous of Los Llanos, the paleontological works in Quebrada Santo Domingo, and the investigations in the Triassic of the extraordinary Ischigualasto-Villa Unión Basin. In addition to the different lines of research, various colleagues who collaborate with CRILAR and the inter-institutional networks generated during its history are mentioned. CRILAR is the only CONICET research center in La Rioja Province, but it is also an institution for scientific outreach. These aspects are addressed in detail throughout this paper.

**Key words.** Paleoherpetology. CRILAR. La Rioja. Triassic. Cretaceous. Science outreach.

El CRILAR (Fig. 1.1) es un instituto joven en relación con las importantes instituciones de referencia en paleontología que existen en Argentina. Desde sus inicios, la creación del CRILAR fue cuestionada y, durante su historia, atravesó varias dificultades incluyendo períodos de gran inestabilidad institucional que lo pusieron en riesgo de ser cerrado (Gorla, 2008). A pesar de los altibajos, el CRILAR se adaptó y se posicionó como un instituto importante para la provincia de La Rioja, tanto en la producción científica de numerosos temas como en una amplia y diversa transferencia regional de ciencia aplicada que se realiza desde los diferentes grupos de investigación. Todas las crisis superadas durante los 22 años de vida del centro han quedado marcadas en cada una de las personas que integraron e integran el *staff* institucional, como también en cada uno de sus rincones. En el presente artículo se narra la historia del CRILAR desde la perspectiva de la paleoherpetología, sus hallazgos más trascendentes, sus implicancias socio-culturales y su impacto

para la provincia, que cuenta con un valioso patrimonio clave para comprender la historia evolutiva de la vida.

**Acrónimos institucionales. CICTERRA,** Centro de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, Córdoba, Argentina; **CONICET,** Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina; **CRILAR-Pv,** Centro Regional de Investigaciones Científicas y Transferencia Tecnológica-Paleontología de vertebrados, La Rioja, Argentina; **MACN,** Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia", Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina; **UNSJ,** Universidad Nacional de San Juan, San Juan, Argentina.

## HISTORIA DEL CRILAR: SU CREACIÓN Y LOS PRIMEROS AÑOS

El CRILAR fue creado el 28 de octubre de 1995. Para su creación se asociaron el CONICET, el Gobierno de La Rioja, la Universidad Nacional de La Rioja y el Servicio Geológico Minero Argentino. El Dr. Mario A. Hünicken, oriundo de Chilecito e Investigador Superior del CONICET, tuvo la iniciativa de su creación, ya que consideraba importante que su provincia natal contara con una Unidad Ejecutora del CONICET (Fig. 1.1). Este renombrado paleontólogo y miembro de la comunidad, fue designado Director organizador del CRILAR en noviembre de 1996. Al año siguiente, mientras continuaban las tareas de construcción del instituto, el Directorio del CONICET ratificó su cargo al frente del CRILAR (Gorla, 2008). Aunque el CRILAR fue pensado originalmente para ser construido en la ciudad de Chilecito, por sugerencia del por aquel entonces Presidente Carlos Menem se situó en Anillaco, localidad muy ligada al mismo. El centro abrió sus puertas formalmente el 23 de marzo de 1998 y el Dr. M. A. Hünicken fue su director hasta mayo de 2001, momento de su jubilación. Sin embargo, el Dr. M. A. Hünicken mantuvo su actividad académica y científica en el CRILAR hasta principios de 2010 (Albanesi y Fiorelli, 2013). El CRILAR formó parte de un plan de creación de cuatro institutos dependientes del CONICET con edificios similares, planificados para ser instalados en diferentes localidades de Argentina. Otro de ellos se fundó en la localidad de Diamante, provincia de Entre Ríos, y es la actual sede del Centro de Investigaciones Científicas y Transferencia de Tecnología a la Producción; otro de los edificios fue emplazado en la localidad de Huinca Renancó, provincia de Córdoba, y allí en la actualidad funciona el Instituto Superior de Enseñanza Técnica; y un cuarto que nunca se construyó (Gorla, 2008). De los cuatro institutos similares planificados originalmente, solo dos se concretaron y llegaron a pertenecer al CONICET.

El entorno donde se construyó el CRILAR corresponde a la ecoregión de Monte y está ubicado en la zona árida del centro-norte riojano, alejado de grandes urbes (a casi 100 km de la ciudad de La Rioja). Su emplazamiento a 1.400 msnm en la localidad de Anillaco, pequeño poblado de menos de 1.000 habitantes, requirió que, además de la construcción del centro de investigación, se construyeran 21 viviendas para ser alquiladas por el personal científico que decidiera instalarse en Anillaco. La apuesta de ubicar al CRILAR en un área tan aislada se compensó al dotarlo con la mejor infraestructura disponible en ese momento (Fig. 1). Al mismo tiempo, se equipó a sus laboratorios, gabinetes, oficinas y talleres de trabajo con valioso instrumental que animó el interés de diferentes investigadores a instalarse en este centro de investigación (Fig. 1.2–1.5). Por la ubicación prácticamente rural donde se emplaza el CRILAR, este centro fue provisto con un auditorio, un comedor y departamentos anexos para el hospedaje temporal de investigadores y estudiantes que colaboran con los diferentes grupos de investigación local. Conjuntamente, el proyecto incluyó la construcción de un salón de usos múltiples, una cancha de tenis y una pileta, además de la parquización del predio. También fue necesaria la realización de una perforación interna e instalación de una bomba que alcanzara un acuífero de más de 300 m de profundidad para la provisión de agua al CRILAR. Todo esto requirió una compleja gestión para poder concretar el proyecto (Gorla, 2008).

El diseño del plan institucional inicial contó con el desarrollo de dos grandes áreas: biociencias y geociencias. Para ello, el Dr. M. A. Hünicken consiguió atraer investigadores provenientes de diferentes instituciones nacionales e internacionales y conformar así el *staff* inicial con el cual el CRILAR comenzó a trabajar. Desde sus inicios, y luego de varios años de avances continuos, el CRILAR se convirtió en una Unidad Ejecutora del CONICET de referencia en estudios dirigidos a resolver demandas regionales de zonas áridas (Gorla, 2008). El instituto es multidisciplinario y se

**Figura 1. 1,** Fachada del CRILAR, Anillaco, La Rioja. **2,** Laboratorio de Paleontología donde se realizan trabajos de preparación y estudio (izq. a der.: Dr. L. E. Fiorelli, Dra. J. B. Desojo y Dra. J. Trotteyn); **3–4,** Repositorio de Paleontología de Vertebrados (3, Dr. L. E. Fiorelli; 4, Dr. E. M. Hechenleitner); **5,** Taller de preparación de fósiles (Dr. E. M. Hechenleitner). Año: 2018–2021.

caracteriza por la diversidad en sus líneas de investigación, entre las cuales se destacan la geología y petrología regional, la ecofisiología de olivos, la herpetología de zonas áridas, la entomología básica y aplicada y la micología relacionada a biotecnología, entre otras. Dentro de esta amplia gama de temas se encuentran también los estudios paleontológicos que comenzaron en la institución de la mano del Dr. M. A. Hünicken y su grupo, conformado inicialmente por el Dr. Guillermo Albanesi y el Dr. Adan Tauber. Precisamente fue el Dr. A. Tauber quién emprendió los primeros estudios de paleovertebrados desde el CRILAR en varias localidades del Neógeno del noroeste de La Rioja, como Salicas o Toro Negro (Fig. 2), los cuales fueron plasmados en publicaciones posteriores (Tauber, 2005; Rodríguez Brizuela y Tauber, 2006).

## ECLOSIÓN DE LOS PRIMEROS ESTUDIOS PALEOHERPETOLÓGICOS DEL CRILAR

En el año 1999, siguiendo algunas menciones históricas y cartas geológicas, el Dr. A. Tauber se dirigió al valle de Sanagasta y al bolsón de Huaco (región central de La Rioja) para explorar niveles de la Formación Los Llanos (Bodenbender, 1911), por entonces asignada al Mioceno. Buscando vertebrados fósiles neógenos, el Dr. A. Tauber comenzó a explorar los característicos niveles de areniscas y conglomerados grises de la Formación Los Llanos que afloran en la zona denominada Pampa de la Virgen y Los Cajones, a unos 3 km al noroeste de la Villa Sanagasta (Fig. 3, 4.1). Con minuciosidad y destreza, logró hallar rápidamente los primeros restos fósiles del área: fragmentos de cáscaras de huevos de dinosaurios saurópodos, los cuales representaron los primeros restos de vertebrados cretácicos para La Rioja. Este descubrimiento demoró en ser publicado, ya que requirió un profundo estudio debido a sus implicancias geológicas regionales. La relevancia de este hallazgo generó que de inmediato desde el CRILAR se propusiera al Gobierno de la provincia de La Rioja la creación del Parque Geológico Sanagasta (Fig. 3) con el objetivo de proteger el ambiente natural y conocer y valorar el yacimiento de huevos fósiles. Finalmente, el parque fue creado por ley provincial el 3 de mayo de 2001 (Ley Provincial N° 7.093) pero demandó más de una década para que se concretara su implementación. Esta ley adjudica al CRILAR el control científico y académico del Parque. Ese mismo año, el hallazgo fue notificado a la comunidad paleontológica en las XVII Jornadas Argentinas de Paleontología de Vertebrados, realizadas en Esquel (Hünicken *et al.*, 2001).

Las actividades científicas del grupo de paleontólogos incentivaron al Gobierno de La Rioja para designar en el CRILAR un Repositorio arqueológico y paleontológico provincial, el cual fue creado por decreto del Ejecutivo provincial en julio de 2003 (Gorla, 2008). Como parte del proceso de preservación del acervo patrimonial, la Secretaría de Cultura de La Rioja fue designada como órgano ejecutivo y autoridad de aplicación de la ley. Dicho repositorio aún funciona y recibe, cataloga y preserva parte de las piezas arqueológicas y paleontológicas que se descubren en la provincia (Fig. 1.3–1.4). Los trabajos realizados en Sanagasta, como así también las acciones de gestión encaminadas junto al Gobierno de La Rioja, marcaron formalmente el inicio de las investigaciones paleoherpetológicas del CRILAR. Sin embargo, en el año 2001 el Dr. A. Tauber dejó de pertenecer al CRILAR, por lo que el área de paleontología de vertebrados perdió actividad en la institución.

La línea paleoherpetológica volvió a tomar fuerza a partir del año 2004 con la incorporación del Téc. Sergio de la Vega (originalmente dependiente de la Agencia provincial de Cultura y actualmente Técnico Principal de CONICET). En sus primeros años, realizó campañas paleontológicas en el Triásico de Talampaya y diversas pasantías en el Museo de Ciencias Naturales de San Juan, entrenándose en la preparación de restos fósiles de vertebrados bajo la supervisión de investigadores de dicho museo. Precisamente, en las XXII Jornadas Argentinas de Paleontología de Vertebrados celebradas en mayo de 2006 en la ciudad de San Juan, el Dr. M. A. Hünicken ofreció una beca doctoral para investigar el yacimiento de Sanagasta, la cual comenzó a desarrollarse en abril de 2007.

En marzo de 2007, el Dr. A. Tauber publicó en Ameghiniana el hallazgo de los huevos de dinosaurios de Sanagasta junto con un estudio geológico regional detallado, acompañando las descripciones paleontológicas del material fósil (Tauber, 2007). Esta publicación tuvo notables implicancias, ya que trasladó la edad de los niveles de la Formación Los Llanos al Cretácico Superior, considerados hasta entonces de edad neógena, lo que significó un cambio total en el esquema




**Figura 2.** Mapa topográfico de la provincia de La Rioja mostrando las principales localidades fosilíferas de importancia paleoherpetológica. Triásicas: **1,** Los Chañares (Parque Nacional Talampaya); **2,** Cerro Las Lajas-Cerro Bola; **3,** La Esquina; **4,** La Torre-El Chiflón. Cretácicas: **5,** Parque Geológico Sanagasta; **6**, Tanín-Ampiza; **7,** Tama-Colozacán; **8,** Región sur de Los Llanos (numerosas localidades en la región oriental de la Sierra de Los Llanos; ver texto); **9,** Región norte de Los Llanos (*e.g.,* Sierra Brava); **10**, Quebrada de Santo Domingo. Paleógenas–neógenas: **11,** Toro Negro-La Troya; **12,** Salicas.

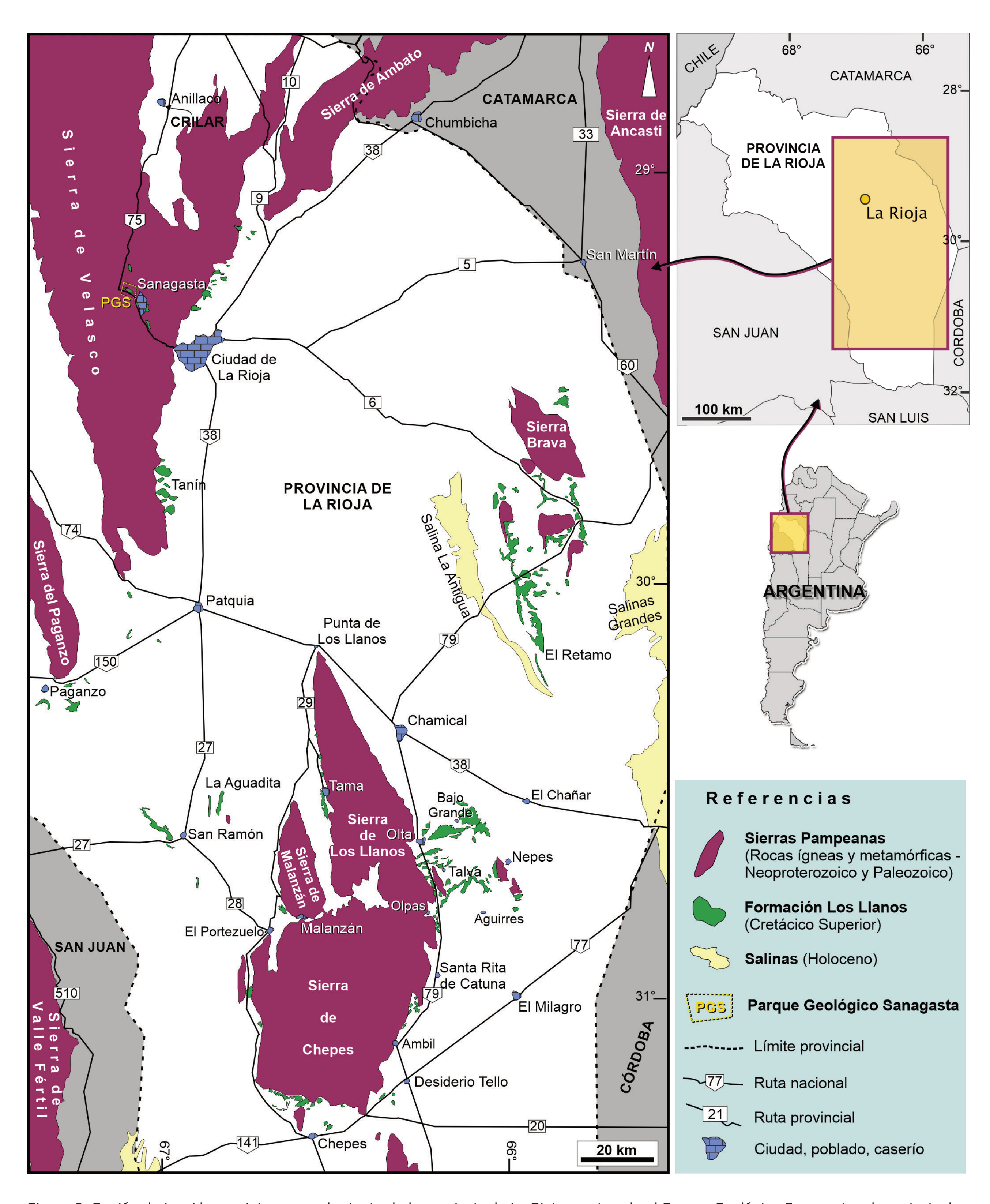



**Figura 3.** Región de Los Llanos riojanos en el oriente de la provincia de La Rioja mostrando el Parque Geológico Sanagasta y los principales afloramientos cretácicos de la Formación Los Llanos —áreas color verde—. Como se puede notar, la mayoría están asociados a las Sierras Pampeanas —áreas color granate—.

geocronológico local y en la historia geológica regional. Así, este estudio reconsideró la hipótesis original de Bodenbender (1911) acerca de la edad cretácica de la Formación Los Llanos (Tauber, 2007). La publicación del Dr. A. Tauber generó, al mismo tiempo, interés por el yacimiento de Sanagasta y sirvió de base para ampliar las investigaciones a todo el Cretácico riojano desconocido hasta el momento (Fig. 3). Las nuevas exploraciones realizadas en Sanagasta (Fig. 4.1) sumaron datos novedosos para continuar investigando este interesante sitio y abrió un abanico de nuevas posibilidades para la paleontología de la región.

## SANAGASTA: EL NIDO DE LA PALEOHERPETOLOGÍA RIOJANA CONTEMPORÁNEA

A partir del desarrollo de la tesis doctoral de uno de los autores (L. E. Fiorelli), dirigida por el Dr. M. A. Hünicken, los estudios paleoherpetológicos volvieron a ser constantes en el CRILAR (Fig. 5.1). La cercanía del yacimiento de Sanagasta con la institución (a solo 60 km de distancia; Fig. 3), permitió que el área fuera explorada y trabajada de manera continua y sistemática. Sin embargo, esto no hubiera sido posible sin el valioso apoyo brindado en octubre de 2007 por la Secretaría de Cultura de La Rioja a través de la actual Diputada Nacional Lic. Hilda Aguirre de Soria, quien aportó el financiamiento y equipamiento necesario para llevar a cabo las tareas de campo. Aunque las primeras campañas resultaron infructuosas, luego de varias exploraciones se lograron hallar los primeros restos de huevos. Al poco tiempo, se hallaron más de 70 agrupaciones de huevos, algunas conteniendo más de 20, en un área no mayor a 200.000 m$^2$ (Fig. 5.1), en lo que se convirtió en el sitio de nidificación de dinosaurios más trascendente de Argentina fuera de Patagonia.

Luego de varios meses de trabajos en el Parque Geológico Sanagasta (Fig. 4.1), se sumó a la dirección del plan el Dr. Leonardo Salgado (Fig. 5.2), por aquel entonces investigador de la Universidad Nacional del Comahue, quien aportó su vasta experiencia para la optimización del trabajo. Conjuntamente, y desde el año 2009, se sumó al proyecto Sanagasta el Dr. Gerald Grellet-Tinner (Fig. 5.3), reconocido especialista en huevos de dinosaurios y experto en patrones evolutivos del huevo amniota que se desempeñó en el Museo Field de Historia Natural de Chicago. A partir de ese momento, los objetivos de la investigación se enfocaron en desentrañar interrogantes relacionados a las condiciones paleoambientales, es decir, en el por qué los dinosaurios saurópodos prefirieron este sitio para oviponer. Fue así que un abordaje holístico del área permitió dilucidar novedosos comportamientos de nidificación para los dinosaurios. El descubrimiento del extraordinario sitio de nidificación colonial de neosaurópodos fue dado a conocer en 2010 (Grellet-Tinner y Fiorelli, 2010). Los autores sugirieron un comportamiento filopátrico para dinosaurios no avianos y una nidificación sincrónica asociada al paleoambiente hidrotermal que favoreció sus incubaciones. Esta hipótesis fue sustentada posteriormente por varias investigaciones y numerosos trabajos publicados sobre consideraciones geológicas, petrológicas, paleobiológicas, tafonómicas y geoquímicas del sitio de nidificación (Grellet-Tinner *et al.*, 2012; Fiorelli *et al.*, 2012, 2013a; Hechenleitner *et al.*, 2015, 2016a, 2018a; Leuzinger *et al.*, 2017, 2021). Cada uno de estos estudios sustentó la hipótesis de una compleja biología reproductiva adaptada al medio paleohidrotermal de los titanosaurios que nidificaron en Sanagasta.

Mientras los estudios científicos se profundizaron en el

**TABLA 1 – Holotipos paleoherpetológicos de la institución tratados en el artículo**

| Taxón | Número de colección | Autor/res, Año | Unidad geológica, Edad |
|---|---|---|---|
| *Coloradisuchus abelini* | CRILAR-Pv 301 | Martínez *et al.* (2019) | Formación Los Colorados, Noriano |
| *Elorhynchus carrolli* | CRILAR-Pv 496 | Ezcurra *et al.* (2021) | Formación Chañares, Ladiniano–Carniano |
| *Llanosuchus tamaensis* | CRILAR-Pv 502 | Fiorelli *et al.* (2016) | Formación Los Llanos, Campaniano |
| *Bravasaurus arrierosorum* | CRILAR-Pv 612 | Hechenleitner *et al.* (2020) | Formación Ciénaga del Río Huaco, Campaniano–Maastrichtiano |
| *Punatitan coughlini* | CRILAR-Pv 614 | Hechenleitner *et al.* (2020) | Formación Ciénaga del Río Huaco, Campaniano–Maastrichtiano |

área, creció la urgencia por preservar el patrimonio existente, debido a que se hizo pública la importancia de los fósiles y aumentó el riesgo de saqueos. Por esto, en paralelo a las investigaciones, se generó un intenso esfuerzo desde el CRILAR para concretar el desarrollo del parque, que aún no se había implementado. Fue en el año 2010 que con apoyo gubernamental se comenzó a delimitar el futuro Parque de los Dinosaurios y el centro turístico-educativo, lo que requirió zonificar los sitios intangibles (de alta protección y sin acceso a turismo) y las zonas públicas. En el año 2014, el parque se inauguró al público luego de un intenso trabajo. Para que esto sucediera, el equipo de paleoherpetología y geología del CRILAR colaboró en el diseño del complejo edilicio y asesoró a los paleoartistas que crearon las réplicas a escala real de los arcosaurios más representativos que se expusieron. Además, capacitó al personal de la municipalidad de Sanagasta y futuros guías y colaboró en el diseño de infografía, cartelería y señalética que se utiliza actualmente en el parque. Durante la construcción del mismo, el equipo del CRILAR continuó trabajando paleontológicamente el sitio y se extrajeron algunas nidadas para su estudio y posterior exposición al público, como así también la preparación *in situ* de huevos para su exhibición en los senderos turísticos.

A más de seis años de su inauguración, una gran cantidad de turistas y alumnos visitaron el Parque de los Dinosaurios, el cual actualmente continúa activo y es administrado por la Municipalidad de la localidad de Sanagasta (https://www.sanagastaparquededinosaurios.com). La generación y el impulso del Parque geológico Sanagasta son considerados como un interesante caso donde la paleontología básica permitió que la transferencia de conocimiento científico impacte en el desarrollo económico y cultural regional, al mismo tiempo que generó una alternativa rentable de protección patrimonial y ambiental.

## MÁS ALLÁ DE SANAGASTA: TESOROS CRETÁCICOS DE LOS ARDIENTES LLANOS RIOJANOS

El Parque geológico Sanagasta, junto con su extraordinario patrimonio geológico y paleontológico, representó un gran incentivo y disparador de la paleoherpetología contemporánea de La Rioja, extendiéndose a toda la provincia. A comienzos del año 2008, y siguiendo la sugerencia de la comisión del Doctorado de Córdoba, se estableció el proyecto Cretácico de Los Llanos, con el objetivo de realizar expediciones geopaleontológicas en los niveles pobremente conocidos de la Formación Los Llanos, que hasta ese momento era considerada neógena (ver discusiones en Tauber, 2007; Hechenleitner *et al.*, 2014; Fiorelli *et al.*, 2016). Tomando como base el trabajo original de Bodenbender (1911), se comenzaron a explorar otros afloramientos del valle de Sanagasta, como también los niveles de la unidad en el faldeo oriental de la Sierra de Velasco (*e.g.*, Tanín y Ampiza), sin encontrarse registro fósil en estas casi inaccesibles localidades (Fig. 3). El objetivo principal del proyecto fue explorar aquellos lugares definidos por Bodenbender (1911, p. 131–147) como los más importantes para La Rioja. A partir de marzo de 2009 se inició una serie de exploraciones en numerosos afloramientos de la Formación Los Llanos, los cuales fueron puntuales pero estaban extendidos ampliamente en toda la región oriental de la provincia (Fig. 3). Se realizaron mapeos geológicos y estratigráficos sistemáticos en numerosas localidades asociadas a las Sierras Pampeanas Orientales. Se comenzó explorando niveles de areniscas conglomerádicas grisáceas ricas en sílice y carbonatos en las cercanías de la localidad de Tama (Fig. 4.2), donde Guillermo Bodenbender identificó el "desarrollo típico de Estratos de Los Llanos" (Bodenbender, 1911, p. 138), lo que actualmente se define como un estratotipo. Aunque con ciertas dudas, G. Bodenbender consideró a los estratos de Los Llanos de edad cretácica superior (Bodenbender, 1911; Tauber, 2007).

En los meses siguientes se exploraron otras localidades en la región occidental de la Sierra de Los Llanos (Fig. 3) sobre la ruta provincial 29, como Alcazar, La Aguadita de Valdés, San Ramón, Atiles, Carrizal, Malanzán, Ñoqueve, entre otras. Además, se realizaron extensos sondeos al sur de la Sierra de Chepes y rodeando la Sierra de Ulapes en localidades como Santa Rosa, la Calera de Chepes, El Abra o Paso de Piedra, localidades donde se registraban los afloramientos cretácicos más meridionales de La Rioja. A estas exploraciones se sumaron viajes de campo en la región oriental de la Sierra de Los Llanos, como al sur de Olta, Talva, Los Aguirres, dique El Cisco, Bajo Grande, Agua Colorada, Catuna y otras colindando con la ruta nacional 79. Asimismo, y por la misma ruta hacia el norte, se exploraron

**Figura 4.** Panorámicas de localidades cretácicas con importancia paleoherpetológica en La Rioja. **1,** Parque Geológico Sanagasta, mostrando los niveles rojizos de la Formación Sauces (Grupo Paganzo, Pérmico temprano) y, sobre estos, los niveles blancuzcos de la Formación Los Llanos portadora del sitio de nidificación de titanosaurios (Grellet-Tinner y Fiorelli, 2010); **2,** Afloramientos en Tama-Colozacán, localidad tipo de la Formación Los Llanos (Cretácico Superior); al fondo, niveles rojizos de la Formación Patquía (Carbonífero-Pérmico) (Basilici *et al.*, 2017); **3,** Área de la Quebrada de Santo Domingo mostrando los niveles del Cretácico Superior de la Formación Ciénaga del Río Huaco (Hechenleitner *et al.*, 2018b, 2020).

varios afloramientos en la región de Sierra Brava y El Retamo (Fig. 3). Son precisamente estos afloramientos en el faldeo oriental de la Sierra de Los Llanos y al sur de Sierra Brava, donde la Formación Los Llanos se expresa extensamente con amplios y potentes afloramientos (*e.g.*, Aguadita de Herrera, El Barco de Olta, San Ramón, Los Baldes, Los Cerrillos, Corral Alforja, etc.). Sin embargo, estos afloramientos son los más inaccesibles, escabrosos y complicados para explorar debido a la falta de caminos y de agua, así como la espesa vegetación espinosa de monte chaqueño que los cubre hace casi imposible inspeccionarlos.

Prácticamente en todas las expediciones realizadas a las localidades mencionadas de Los Llanos (muchas de ellas visitadas y detalladamente descriptas por G. Bodenbender), se hallaron indicios de huesos fósiles —algunos de gran tamaño— aunque fragmentarios y con evidencias de una profunda silicificación, características tafonómicas típicas de los fósiles de la unidad. Estos dieron el soporte para reconsiderar a la Formación Los Llanos de una edad diferente a la seguida por varios autores durante la mayor parte del siglo XX (ver discusión en Tauber, 2007 y Fiorelli *et al.*, 2012). Sin embargo, fue en los afloramientos al sur de la localidad de Tama (Fig. 4.2), en el departamento Ángel Vicente Peñaloza, y hacia Colozacán (exactamente aquellos niveles en los cuales cien años antes G. Bondenbender definió el estratotipo y su edad), que la unidad brindó pruebas novedosas e indiscutibles sobre la historia paleoherpetológica del Cretácico riojano. Los primeros restos de vértebras, costillas y algunos fragmentos de huesos largos claramente pertenecientes a saurópodos titanosaurios fueron hallados la tarde del 21 de septiembre de 2009, aunque previamente fragmentos indeterminados ya habían sido exhumados. Los restos se encontraron a tan solo 3 km al sur de la localidad de Tama, en un sitio de muy fácil acceso. Sin embargo, los huesos estaban incluidos en una arenisca muy cementada con carbonato y sílice, de extrema dureza, en lo que parecía ser un paleosuelo cálcico que alteró y bioturbó enormemente los restos. Este hallazgo generó emoción y gran entusiasmo en el equipo de trabajo, más aún cuando siguieron apareciendo restos sobre las bardas de Colozacán. “Bondenbender tenía razón” (Sergio de la Vega y Eloisa Argañaraz, com. pers.) mencionaron los técnicos y paleontólogos al descubrir los primeros restos de dinosaurios en los niveles de areniscas calcáreas que tipifican la Formación Los Llanos. No obstante, muchos geólogos aún dudaron de los hallazgos porque contradecían los modelos regionales del desarrollo del antepaís andino vigentes hasta ese momento (ver Hechenleitner *et al.*, 2014).

Fue necesario esperar seis meses para volver al sitio a extraer los fósiles, debido a que la primavera y el verano en Los Llanos riojanos es una época nada aconsejable para realizar tareas de campo. El calor abrasador puede superar fácilmente los 48 °C y la densidad de insectos hematófagos hacen prácticamente imposible desarrollar las actividades paleontológicas al aire libre. Por tal motivo, y aunque los días son más cortos, dichas actividades en La Rioja se realizan preferentemente en otoño e invierno. Durante el período estival se organizó la campaña y se consiguió financiación proveniente del Gobierno de La Rioja. Además, se conformó un grupo interdisciplinario de investigadores, técnicos y voluntarios para participar en las tareas paleontológicas. Así, en abril de 2010 se realizó la primera campaña paleontológica con el objetivo de extraer los dinosaurios del Cretácico riojano, un hecho histórico para el CRILAR en el que participaron alrededor de 15 personas (Fig. 5.3). Luego de varias semanas de trabajo, se logró que la municipalidad de Tama brindara la maquinaria necesaria para extraer los bochones que fueron trasladados al instituto para su preparación. La importancia de los titanosaurios del Cretácico de Los Llanos en la localidad de Tama generó un plan de tesis para beca doctoral del CONICET, la cual comenzó a desarrollarse en abril del año 2012. De esta tesis realizada por uno de los autores (E. M. Hechenleitner) se publicaron algunos de los restos hallados en las campañas iniciales (Hechenleitner *et al.*, 2018b). En los últimos 10 años, las exploraciones en Tama continuaron y se sucedieron muchos hallazgos más, algunos de los cuales aún se encuentran bajo estudio. El desarrollo del trabajo de exploración y extracción de fósiles, realizado en los alrededores de la localidad de Tama, contó con el valioso apoyo de la intendencia de esta localidad que aportó alojamiento, maquinaria y alimentos al equipo durante las campañas. Entre los descubrimientos de mayor trascendencia para el noroeste argentino (NOA) se destacan los restos de terópodos abelisáuridos de tamaño considerable, restos fragmentarios de coelurosaurios y restos indeterminados de tortugas y otros

animales cretácicos (Fiorelli *et al.*, 2015). Al mismo tiempo, y generando asombro en los investigadores del grupo, se hallaron los restos de *Llanosuchus tamaensis* Fiorelli *et al.*, 2016 (Fig. 6.1), un notosuquio muy emparentado con las clásicas formas de la Formación Bajo de la Carpa de norpatagonia (Fiorelli *et al.*, 2016).

En el año 2013 comenzó a colaborar con el proyecto de Los Llanos el Dr. Giorgio Basilici (Fig. 5.5), geólogo especialista en paleosuelos del Cretácico, quien desarrolla sus investigaciones en la Universidad de Campinas, Brasil. El Dr. G. Basilici se interesó rápidamente por la Formación Los Llanos en las cercanías de Tama (Fig. 4.2). Su objetivo principal fue estudiar los niveles portadores de restos de dinosaurios de la localidad, describir en detalle los paleosuelos y conocer sobre el paleoambiente regional. Durante una de las expediciones geológicas, y en uno de los pequeños afloramientos, identificó restos de huevos que representarían un nuevo sitio de nidificación de titanosaurios para el Cretácico de La Rioja (Hechenleitner *et al.*, 2016b; Basilici *et al.*, 2017). Los huevos, contenidos dentro de un paleosuelo acumulativo cálcico desarrollado a partir de depósitos fluvio-eólicos en un ambiente vegetado pero semiárido, diferían claramente de aquellos de Sanagasta (Basilici *et al.*, 2017). Esto confirmó la presencia en La Rioja de una nueva especie de titanosaurio, evidenciando distintos comportamientos de nidificación y estrategias de reproducción para el mismo momento en el tiempo (Hechenleitner *et al.*, 2016b).

En la actualidad, la investigación en el Cretácico de la Formación Los Llanos (Fig. 3) representa uno de los principales objetivos de la paleoherpetología del CRILAR y las tareas continúan desarrollándose de manera sostenida esencialmente en la localidad tipo, como también en la región oriental de Los Llanos y en aquellos afloramientos de Sierra Brava. Sin embargo, la importancia de los hallazgos paleontológicos en Los Llanos riojanos no solo quedó acotada a la comunidad científica, sino que se trabajó arduamente con la población para la revalorización del patrimonio existente en la localidad de Tama. Entre las actividades realizadas se concretaron charlas educativas, entrevistas radiales y el asesoramiento al gobierno local para el establecimiento de un museo de sitio y exhibición en la actual oficina de turismo municipal. A esta serie de actividades de transferencia se sumó en diciembre de 2019 la restitución desde el CRILAR y la Secretaría de Cultura de uno de los nidos preparados que había sido extraído años atrás para ser exhibido como atractivo turístico. Estas y otras acciones aplicadas al conocimiento y valoración del patrimonio ayudaron a que poblaciones con escasos recursos y una economía frágil encontraran alternativas de desarrollo relacionadas al turismo científico.

## EL TRIÁSICO Y EL CRILAR: DEVELANDO LOS ORÍGENES DE LA HERPETOFAUNA RIOJANA

El Triásico riojano está principalmente representado en la famosa Cuenca de Ischigualasto-Villa Unión, que posee una importancia paleontológica y, en particular, paleoherpetológica mundial. Investigar el Triásico en La Rioja implica realizar un viaje al oeste recóndito de la provincia, en una región de maravillosas bellezas naturales, y que aún se mantiene prístina debido a que gran parte de su superficie se encuentra protegida por el Parque nacional Talampaya. Este parque posee una impactante belleza paisajística y cuenta con un acervo paleontológico único, por lo cual fue designado Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO en el año 2000. Esta región posee además una rica historia científica, porque durante más de 60 años fue foco de continuas investigaciones geopaleontológicas. El Triásico riojano fue explorado por célebres e ilustres paleontólogos nacionales y extranjeros, como por ejemplo el Dr. José F. Bonaparte, el Dr. Alfred S. Romer y el Dr. Paul Sereno, entre otros. Recorrer esta cuenca triásica es un viaje en el tiempo que lleva a un momento muy particular en la historia evolutiva de la vida sobre la Tierra.

La extinción masiva del Pérmico–Triásico (hace aproximadamente 252 Ma) reconfiguró las asociaciones de vertebrados terrestres en todo el planeta. Varios sinápsidos y parareptiles típicos del Paleozoico fueron reemplazados por arcosauromorfos y eucinodontes (Benton *et al.*, 2004; Ezcurra y Butler, 2018). Tras las secuelas de la extinción masiva y al estabilizarse los ecosistemas, el Triásico continental documenta una enorme diversificación taxonómica y morfológica de los vertebrados a nivel mundial (Ezcurra *et al.*, 2017; Ezcurra y Butler, 2018). En este contexto, la cuenca de Ischigualasto-Villa Unión en La Rioja posee un registro de tetrápodos extremadamente rico, que ha sido crucial para comprender el origen y la evolución temprana




**Figura 5.** Investigadores relacionados al grupo de paleoherpetología del CRILAR. **1,** El Dr. M. A. Hünicken con 80 años y el Dr. L. E. Fiorelli observando un nido en Sanagasta; octubre de 2007; **2,** El Dr. L. Salgado en Sanagasta en noviembre de 2009; **3,** Primera campaña a la localidad de Tama en abril de 2010. De izq. a der.: Dr. E. M. Hechenleitner, Dr. L. E. Fiorelli, Tec. S. de la Vega, Téc. Pablo Puerta, Dr. Javier Torrens, Dr. G. Grellet-Tinner, Dr. P. Alasino, Lic. Eloisa Argañaráz, Dra. Laura Chornogubsky y Dr. Mariano Larrovere; **4,** los Doctores M. Langer, A. Da Rosa y Julio Marsola en el Triásico de Cerro Las Lajas, abril–mayo de 2016. **5,** De izq. a der.: Téc. S. de la Vega, Dr. G. Basilici, Dr. L. E. Fiorelli, Téc. Tonino Bustamante y Dr. E. M. Hechenleitner en el sitio de nidificación de Tama, septiembre de 2013.

**Figura 6.** Ejemplos de algunos arcosaurios de La Rioja. **1, *Llanosuchus tamaensis*, CRILAR-Pv 502**, Formación Los Llanos, Cretácico Superior, Tama (Fiorelli *et al*., 2016); escala= 10 cm; **2, *Tarjadia ruthae***, basado en **CRILAR-Pv 478**, **495** y **565**, Formación Chañares, Ladiniano–Carniano, Parque nacional Talampaya (*sensu* Ezcurra *et al*., 2017); escala= 50 cm; **3, *Lewisuchus admixtus*, CRILAR-Pv 552**, Formación Chañares, Carniano inferior, Parque nacional Talampaya (*sensu* Ezcurra *et al*., 2020b); escala= 10 cm; **4, *Punatitan coughlini*, CRILAR-Pv 614**, dinosaurio titanosaurio del Cretácico Superior de la Formación Ciénaga del Río Huaco, quebrada Santo Domingo (*sensu* Hechenleitner *et al*., 2020); escala= 2 m.

de los grupos faunísticos actuales. Esta cuenca alberga varias unidades geológicas muy fosilíferas del Triásico Medio y Superior (*e.g.*, formaciones Chañares, Los Rastros, Ischigualasto y Los Colorados) que proporcionan claves para entender la evolución de los vertebrados (ver Benedetto, 2019). Estos estratos conservaron peces, anfibios, testudinos, los primeros crocodilomorfos y numerosas líneas de suquios, antepasados de los mamíferos y otros linajes de sinápsidos tempranos. Además, estos niveles preservan los primeros dinosaurios y sus predecesores, así como el origen de los pterosaurios (Ezcurra *et al.*, 2020a). Por todo esto, estudiar esta magnífica cuenca triásica fue una oportunidad única y soñada para el grupo de paleoherpetología del CRILAR.

Esto comenzó a concretarse en el año 2010 gracias a la propuesta de colaboración interinstitucional que realizó la Dra. Julia B. Desojo (Museo de La Plata) al grupo de paleoherpetología del CRILAR. El enfoque interdisciplinario del proyecto Archosauriform Research Group —ARG— (https://www.archosaurarg.wixsite.com/archosaur) de la Dra. J. B. Desojo para el estudio de la Formación Chañares (Fig. 7.1), y debido a que este grupo pertenecía al MACN, requirió apoyo logístico local. En ese contexto, el CRILAR se presentó como una buena alternativa por su relativa cercanía a los afloramientos triásicos. El objetivo del proyecto fue el estudio de la diversidad y paleobiología de arcosauriformes y sus implicancias en los ecosistemas continentales del Triásico de América del Sur. Para estudiar el área de manera integral, se sumaron especialistas en las diferentes temáticas. Fue así que se comenzó a planear una campaña al Parque Nacional Talampaya en conjunto con el grupo ARG (MACN) y el CRILAR que se realizó en el año 2010. Lamentablemente, ese año la campaña no se concretó debido a inconvenientes con la concesión del permiso de exploración por parte de la autoridad de aplicación de la ley provincial. Sin embargo, postergar la campaña un año permitió una mejor organización y optimización del viaje al área de estudio, que tuvo como primeros destinos dos localidades de la Formación Chañares: la localidad tipo de la unidad y Brazo del Puma en el Pozo de Gualo. El primer viaje se realizó en mayo 2011 y participaron profesionales y estudiantes de varias instituciones: MACN, CRILAR, CICTERRA y UNSJ. En octubre de ese mismo año y por segunda vez se volvió a explorar la Formación Chañares, pero en esa oportunidad en una nueva localidad (localidad tipo y El Torcido). En general, las campañas realizadas a Chañares en el Parque nacional Talampaya implicaron una logística compleja: entrar una única vez a la zona intangible y protegida acompañados por los guardaparques y permanencias de al menos 15 días, para lo que se requiere todo lo necesario (inclusive el agua) para el óptimo desarrollo del trabajo.

Hasta el momento se realizaron ocho campañas (mayo 2011, octubre 2011 y 2012, septiembre 2013, septiembre 2014 y 2016, abril 2017 y septiembre 2018) a varias localidades de la unidad en la región de los Chañares: localidad tipo en la naciente del río Liebres Amargas (clásica localidad ya visitada y explorada por Alfred Romer, José Bonaparte, Andrea Arcucci, Fernando Novas, etc.), El Torcido, Pozo de Gualo, Brazo del Puma, Corral de Gualo, La Iglesia-Portezuelo Blanco, Campo Córdoba, Los Bordos y algunas más (Fig. 7.1). Además del personal local que anualmente participaba de las campañas, también colaboraron prestigiosos paleontólogos internacionales, como por ejemplo Sterling Nesbitt (Virginia Tech, EE.UU.), Atila da Rosa (Santa María, Brasil), Andrew Heckert (Appalachian State University, EE.UU.), entre otros. En estos diez años de trabajos geopaleontológicos continuos en la Formación Chañares se recolectaron cientos de restos de vertebrados, entre los que se destacan nuevos ejemplares de los típicos dicinodontes y cinodontes ya conocidos para la unidad. Además, se hallaron muchos ejemplares de dinosauriformes, proterochámpsidos y gracilisúquidos y también representantes faunísticos nuevos para la unidad, como por ejemplo sinápsidos, rincosaurios, pseudosuquios y avemetatarsianos (Ezcurra *et al.*, 2019, 2020b, 2021; Lecuona *et al.*, 2020; Escobar *et al.*, 2021) (Fig. 6.2–6.3).

Existen algunos aspectos interesantes para destacar de las investigaciones con el grupo ARG en Chañares. El abordaje holístico del estudio de la Formación Chañares generó una comprensión más amplia de su geología y paleontología. De esta manera se consiguió entender las relaciones y profundos cambios faunísticos ocurridos entre el intervalo Ladiniano–Carniano, como también el estudio estratigráfico y geocronológico para la unidad, conjuntamente con diversas cuestiones paleobiológicas que posibilitaron caracterizar en detalle el ambiente (Fiorelli *et al.*, 2013b, 2018;

Ezcurra *et al.*, 2017; Pérez Loinaze *et al.*, 2018). En los últimos años y a partir dichas campañas, se derivaron un gran número de publicaciones paleoherpetológicas sobre el Triásico de Chañares (ver página web del grupo ARG) y en el futuro se prevén no solo más tareas de campo sino otras publicaciones a partir de las investigaciones que actualmente el grupo ARG está llevando a cabo.

En mayo del año 2013, el grupo de paleoherpetología del CRILAR, con la colaboración y coordinación del grupo ARG (entre otros referentes provinciales y nacionales), organizó las XXVII Jornadas Argentinas de Paleontología de Vertebrados (JAPV) con sede en la ciudad de La Rioja. Además, en el CRILAR y en el marco de las jornadas, se dictó el curso "Forma y función en paleobiología de vertebrados" a cargo del Dr. Sergio Vizcaíno, el Dr. Néstor Toledo y el Dr. Guillermo Casini. A pesar de las grandes dificultades que se suscitaron para su realización, las XXVII JAPV del 2013 serán muy recordadas por los organizadores. En parte porque los días siguientes de las jornadas, un equipo de investigadores y técnicos del grupo ARG improvisó una breve exploración a la localidad Hoyada del cerro Las Lajas, a unos 20 km al suroeste de Villa Unión, en el oeste riojano (Fig. 7.2). En la región afloran todas las unidades de la Cuenca Ischigualasto-Villa Unión, pero en particular los niveles de la Formación Ischigualasto. En estos niveles de Las Lajas, en la década de 1960, el Dr. J. F. Bonaparte halló los restos del icónico dinosaurio *Pisanosaurus* Casamiquela, 1967, entre otros componentes faunísticos. La Formación Ischigualasto es reconocida por preservar una maravillosa paleoherpetofauna del límite Carniano–Noriano, pero principalmente por contener algunos de los dinosaurios más antiguos conocidos en el mundo (entre ellos *Eoraptor* Sereno *et al.*, 1993 y *Herrerasaurus* Reig, 1963).

Aunque en la campaña del 2013 se encontraron pocos materiales, los integrantes intuyeron que había más y en los años siguientes (abril–mayo de 2016, mayo de 2017 y abril de 2019) se organizaron más viajes de campo a esta localidad tan importante. Dichas campañas paleontológicas fueron coordinadas por el grupo ARG en conjunto con el CRILAR y con la valiosa colaboración del Dr. Max Langer de la Universidade de São Paulo, Brasil (Fig. 5.4). Esta colaboración interinstitucional tuvo sus frutos y de esos viajes de campo se recolectaron gran cantidad de restos fósiles de distintos animales y, más importante aún, se lograron respuestas a interrogantes históricos. Se descubrieron varios restos de *Aetosaurorides* Casamiquela, 1960, *Proterochampsa* Reig, 1959, *Exaeretodon* Cabrera, 1943 y numerosos ejemplares de *Hyperodapedon* Huxley, 1859, un rincosaurio típico de la Formación Ischigualasto en la Hoyada del Valle de la Luna, en San Juan. Además, se hallaron cuantiosos especímenes de *Teyumbaita* Montefeltro *et al.*, 2010, un nuevo rincosaurio tanto para esta unidad como para el Triásico de Argentina (Desojo *et al.*, 2020). Conjuntamente al trabajo paleontológico, el equipo de especialistas confeccionó un detallado estudio litoestratigráfico y realizó un análisis geocronológico de la unidad restringiendo su depositación entre 230 y 221 Ma. Desojo *et al.* (2020) presentaron la diversidad paleoherpetológica de la localidad, las variaciones y recambios faunísticos, correlaciones con otras faunas coetáneas (*e.g.*, Sudeste de Brasil) y, basados en análisis petrográficos y anatómicos, permitió ajustar la antigüedad de *Pisanosaurus* —probablemente el dinosaurio ornitisquio más antiguo conocido— en 229 Ma.

Entre los años 2003 y 2005, un grupo de científicos de la UNSJ liderado por los Dres. Oscar Alcober y Ricardo Martínez, realizó una serie de expediciones paleontológicas en varias localidades de las formaciones Chañares y Los Colorados al suroeste de La Rioja. Dichos trabajos aportaron numerosos e importantes materiales de vertebrados fósiles que fueron depositados oportunamente en el repositorio del CRILAR y cuyos resultados serán publicados paulatinamente. En este sentido, recientemente fue descripto *Coloradisuchus abelini* Martínez *et al.*, 2019, un nuevo protosúquido de la Formación Los Colorados (Martínez *et al.*, 2019) producto de esas campañas triásicas de los colegas sanjuaninos. En sintonía con estas exploraciones, otros grupos contemporáneos realizaron y realizan diversas campañas a las clásicas localidades triásicas de La Rioja. Entre ellos se puede mencionar a los liderados por el Dr. F. Novas o las Dras. Adriana Mancuso y Claudia Marsicano, quienes aportaron materiales para el repositorio del CRILAR y aseguran futuras publicaciones de importantes materiales.

El Triásico Superior fue el inicio del apogeo de los reptiles, especialmente los dinosaurios. Se trata de una época que siempre resulta atractiva tanto para científicos como para el público general. El patrimonio triásico de La Rioja

es inmenso y su importancia incalculable y, en general, la comunidad paleontológica nacional e internacional reconoce su gran significancia. Sin embargo, la comunidad local en general no dimensiona lo valioso de sus recursos naturales y patrimoniales. Es por esto que el equipo de investigación destina, en cada campaña, tiempo para visitar las radios y escuelas locales, brindar charlas educativas y capacitaciones donde se difunden las actividades que se realizan y las implicancias de las mismas. En las poblaciones cercanas a la cuenca triásica (*e.g.*, Villa Unión, Villa Castelli, Vinchina), el turismo receptivo es el principal recurso económico y brinda servicios a más de 70.000 turistas anuales que visitan la región. Por lo cual generar nuevos atractivos paleoturísticos favorece de forma directa la economía de estas localidades.

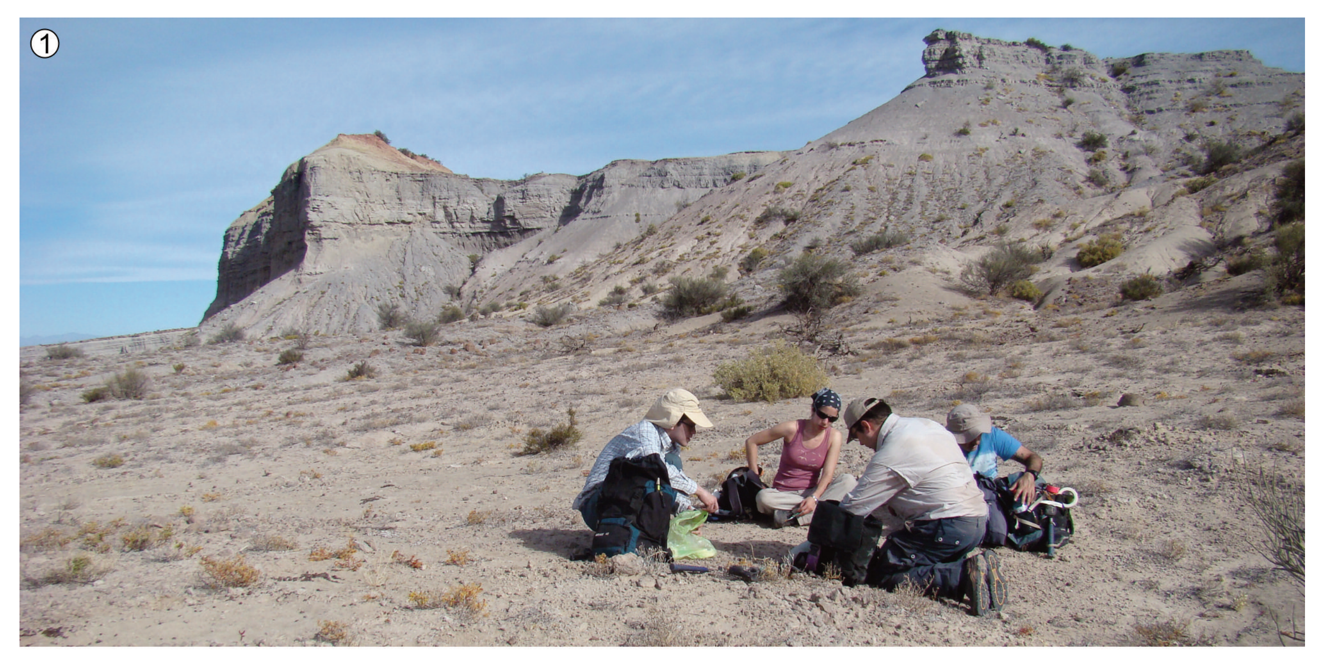






**Figura 7.** El Triásico de La Rioja. **1,** Localidad El Torcido, Formación Chañares (Ladiniano–Carniano), Parque Nacional Talampaya, septiembre de 2018 (izq. a der.: Lic. Juan Escobar, Dra. Belén von Baczko, Dr. Martín Ezcurra y Téc. Leonel Acosta); **2,** Hoyada del Cerro Las Lajas con excelentes exposiciones de las formaciones Ischigualasto (Carniano–Noriano) y al fondo Los Colorados (Noriano Superior–Rhaetiano) coronando la secuencia, abril–mayo de 2016.

En relación con esto, el CRILAR ha participado en el asesoramiento científico del denominado Sendero del Triásico, un atractivo turístico sumado en el año 2010 al Parque Nacional Talampaya, el cual fue financiado por el Gobierno de la provincia de La Rioja. A su vez, se brindaron capacitaciones al personal del parque y a empresas concesionarias de servicios en conjunto con el grupo ARG. Vale mencionar que el trabajo realizado en estas regiones muchas veces depende del apoyo y colaboración de la Administración de Parques Nacionales y en particular del personal del Parque Nacional Talampaya, que posibilitan que las tareas se realicen de manera óptima y cumpliendo con todas las normativas ambientales necesarias.

## LAS INVESTIGACIONES PALEOHERPETOLÓGICAS DEL CRILAR TOMAN ALTURA: CRETÁCICO DE LA QUEBRADA SANTO DOMINGO

Las unidades mesozoicas que afloran en la precordillera de La Rioja permanecieron prácticamente inexploradas hasta hace pocos años. Por casi dos décadas, el único registro de la herpetofauna fósil de la región correspondió a dos vértebras caudales de un dinosaurio saurópodo del Cretácico Tardío (Arcucci *et al.*, 2005; Hechenleitner *et al.*, 2018b). Dichos restos fueron colectados en el año 1996 por los geólogos australianos Dr. Tim Coughlin y Dr. Rod Holcombe en la Quebrada de Santo Domingo, una localidad cercana a Laguna Brava (Departamento Vinchina; Coughlin, 2001). En esta región, a más de 3.000 msnm, aflora una sucesión de areniscas rojas de más de 1.500 m de espesor (Fig. 4.3). La historia geológica compleja que reflejan las unidades rocosas, sumada a la falta de información certera sobre la procedencia de los fragmentos caudales reportados, dificultaron su relevamiento a principios de los 2000 (Melchor *et al.*, 2002; Arcucci *et al.*, 2005; Vizán *et al.*, 2013; Limarino *et al.*, 2016).

En marzo de 2015, el Grupo de Geociencias del CRILAR comenzó con las exploraciones en la región, en el marco del proyecto de tesis doctoral titulado Dinosaurios saurópodos del Cretácico de La Rioja. Los esfuerzos llevados a cabo en colaboración con investigadores e investigadoras de diversas instituciones del país (*e.g.*, MACN, Universidad Nacional de La Plata, CICTERRA, Universidad Nacional de Río Negro), también contaron con la cooperación del ARG y el gobierno provincial, además del soporte logístico del Grupo Roggio. A la fecha, el grupo de trabajo realizó seis campañas, superando los 100 días de tareas de prospección y extracción de fósiles en la Quebrada de Santo Domingo (Fig. 4.3). Los hallazgos —muchos aún inéditos— incluyen restos pertenecientes a diversos grupos de reptiles del Triásico y Cretácico, entre los que predominan los dinosaurios. Los primeros resultados del proyecto paleontológico quebrada Santo Domingo incluyen la descripción de dos especies nuevas de saurópodos titanosaurios del Cretácico Tardío, *Bravasaurus arrierosorum* y *Punatitan coughlini* (Fig. 6.4) y un sitio de nidificación asignado al mismo grupo de dinosaurios (Hechenleitner *et al.*, 2020). Algunos restos de dinosaurios terópodos y cocodrilos ayudaron a completar el panorama paleofaunístico de la región. Estos descubrimientos representaron el puntapié inicial de una serie de proyectos paleontológicos y geológicos a través de los cuales el Grupo de Geociencias de CRILAR se propone ampliar el conocimiento científico del oeste riojano, contribuir a preservar su patrimonio cultural y potenciar el desarrollo de sus circuitos turísticos.

## EL CRILAR Y SU MISIÓN DE TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO A LA PROVINCIA

Desde el CRILAR se realizaron investigaciones regionales a través de varias tesinas y tesis doctorales que permitieron la formación de recursos humanos. En mayo del año 2020 defendió la tesis doctoral Léa Leuzinger, quien realizó un novedoso estudio biogeoquímico de la fauna triásica y cretácica de La Rioja permitiendo profundizar el conocimiento paleoambiental y paleoecológico de la región (Leuzinger *et al.*, 2021). Tal como su nombre lo indica, el CRILAR es un centro de investigación, pero también de trasferencia, lo que le da una impronta particular al relacionarse con instituciones y poblaciones locales en los sitios donde se realizan trabajos paleoherpetológicos. En este sentido, se trabajó intensamente para que las comunidades conozcan, valoren, protejan y utilicen de forma sustentable el patrimonio paleoherpetológico con el que cuentan. Esta forma de trasferencia y difusión de los conocimientos es una muestra de cómo la actividad científica puede mejorar la calidad de vida de las personas. La paleoherpetología tiene un gran potencial como producto turístico, como se ha demostrado en un sinnúmero de localidades de todo el mundo. Hay dife-

rentes modelos de desarrollo turístico utilizando el patrimonio paleontológico y geológico como principal atractivo y La Rioja cuenta con atributos suficientes para ser un polo geo- y paleo-turístico importante en Argentina. Desde esta perspectiva, el CRILAR continúa asesorando al gobierno provincial y entidades municipales para potenciar diferentes geositios y aumentar los servicios turísticos, permitiendo que una mayor cantidad de visitantes pueda conocer sus maravillas. El estudio multidisciplinario realizado en numerosas regiones de la provincia aumenta el conocimiento geológico y paleontológico regional, pero también aporta información crucial para el desarrollo de nuevos atractivos geo-turísticos. Para provincias como La Rioja, brindar nuevas alternativas económicas y fomentar desarrollos turísticos amigables con el ambiente es de una gran importancia. A través de sus más de veinte años, el CRILAR desarrolló una importante sinergia con el gobierno y otras entidades provinciales apostando a la promoción y federalización de la ciencia.

## AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer al Gobierno de La Rioja, a la Secretaría de Cultura de La Rioja, al personal del Parque Geológico Sanagasta y del Parque Nacional Talampaya y a la Administración de Parques Nacionales. Deseamos agradecer a varias municipalidades departamentales de la provincia: Sanagasta, A. V. Peñaloza, Felipe Varela, Castro Barros, Vinchina y Gral. Belgrano. Además, queremos agradecer al Grupo de Geociencias del CRILAR. También a la Dra. Julia B. Desojo, Dip. Hilda Aguirre de Soria, Dr. Gerald Grellet-Tinner, Dr. Pablo Alasino, Dr. Mariano Larrovere, Dr. Sebastián Rocher, Dr. Agustín Martinelli, Dr. Martín Ezcurra, Biol. Eloisa Argañaraz, Dra. Belén von Baczko, Dr. Leonardo Salgado, Dr. Giorgio Basilici, Prof. Víctor Robledo, Arq. Valeria Soriano, Dra. Jimena Trotteyn, Lic. Ana Mercado Luna, Ing. José Albarracín, Arq. Verónica Vargas, Sr. Javier Quispe, Tec. Silvana Pereyra, Dra. Victoria Salvadeo, Dr. Diego Pol, Dra. Léa Leuzinger, Dr. Max Langer, Dr. Atila Da Rosa, Dr. Emilio Vaccari, Dr. Sterling Nesbitt, Dr. Mario Hünicken, Dr. Adán Tauber, Dra. Teresa Sánchez, Dr. Miguel Ezpeleta, Dr. Jeremías Taborda, Dr. Ezequiel Vera, Dr. Diego Brandoni, Dr. Rodrigo Salvador, Dra. Marta Fernández, Grupo Roggio y Lic. Pablo Minniti. Queremos agradecer también a los técnicos Sergio de la Vega, Tonino Bustamante, Maximiliano Iberlucea, Leonel Acosta y Pablo Puerta. Un agradecimiento especial a los editores por invitarnos a participar de este volumen temático para la PEAPA.

## REFERENCIAS

Albanesi, G. L. y Fiorelli, L. E. (2013). Prof. Dr. Mario Alfredo Hünicken (1926–2013) – Nota necrológica. *Ameghiniana*, *50*(4), 472–473.

Arcucci, A. B., Marsicano, C. A. y Coria, R. A. (2005). Una nueva localidad fosilífera en el Cretácico de la Precordillera de La Rioja. *Ameghiniana, Suplemento Resúmenes*, *42*(4), 60R.

Basilici, G., Hechenleitner, E. M., Fiorelli, L. E., Dal Bó, P. F. y Mountney, N. P. (2017). Preservation of titanosaur egg clutches in Upper Cretaceous cumulative palaeosols (Los Llanos Formation, La Rioja, Argentina). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, *482*, 83–102.

Benedetto, J. L. (2019). *El continente de Gondwana a través del tiempo*. Academia Nacional de Ciencias.

Benton, M. J., Tverdokhlebov, V. P. y Surkov, M. V. (2004). Ecosystem remodeling among vertebrates at the Permian–Triassic boundary in Russia. *Nature*, *432*, 97–100.

Bodenbender, G. (1911). Constitución geológica de la parte meridional de La Rioja y regiones limítrofes, República Argentina. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba*, *19*, 5–221.

Coughlin, T. J. (2001). Linked orogen-oblique fault zones in the Central Argentine Andes: the basis of a new model for Andean orogenesis and metallogenesis. [Tesis Doctoral, School of Physical Sciences, University Queensland, Australia]. https://doi.org/10.14264/uql.2019.470

Desojo, J. B., Fiorelli, L. E., Ezcurra, M. E., Martinelli, A. G., Ramezani, J., Da Rosa, A. A. S., von Baczko, M. B., Trotteyn, M. J., Montefeltro, F. C., Ezpeleta, M. y Langer, M. C. (2020). The Late Triassic Ischigualasto Formation at Cerro Las Lajas (La Rioja, Argentina): fossil tetrapods, high-resolution chronostratigraphy, and faunal correlations. *Scientific Reports*, *10*, 12782.

Escobar, J. A., Martinelli, A. G., Ezcurra, M. D., Fiorelli, L. E. y Desojo, J.B. (2021). A new stahleckeriid dicynodont record from the late Ladinian-?early Carnian levels of the Chañares Formation (Ischigualasto-Villa Unión Basin) of northwestern Argentina. *Journal of South American Earth Sciences*, *109*, 103275.

Ezcurra, M. D. y Butler, R. J. (2018). The rise of the ruling reptiles and ecosystem recovery from the Permo-Triassic mass extinction. *Proceedings of the Royal Society B Biological Sciences*, *285*, 20180361.

Ezcurra, M. D., Fiorelli, L. E., Martinelli, A. G., Rocher, S., von Baczko, B., Ezpeleta, M., Taborda, J. R. A., Hechenleitner, E. M., Trotteyn, M. J. y Desojo, J. B. (2017). Deep faunistic turnovers preceded the rise of dinosaurs in southwestern Pangaea. *Nature Ecology & Evolution*, *1*, 1477–1483.

Ezcurra, M. D., Fiorelli, L. E., Trotteyn, M. J., Martinelli, A. G. y Desojo, J. B. (2021). The rhynchosaur record, including a new stenaulorhynchine taxon, from the Chañares Formation (upper Ladinian–?lowermost Carnian levels) of La Rioja Province, north-western Argentina. *Journal of Systematic Palaeontology*, *18*(23), 1907–1938.

Ezcurra, M. D., Nesbitt, S. J., Bronzati, M., Dalla Vecchia, F. M., Agnolin, F. L., Benson, R. B. J., Brissón Egli, F., Cabreira, S. F., Evers, S. W., Gentil, A. R., Irmis, R. B., Martinelli, A. G., Novas, F. E., da Silva, L. R., Smith, N. D., Stocker, M. R., Turner, A. H. y Langer, M. C. (2020a). Enigmatic dinosaur precursors bridge the gap to the origin of Pterosauria. *Nature*, *588*, 445–449.

Ezcurra, M. D., Nesbitt, S., Fiorelli, L. E. y Desojo, J. B. (2020b). New specimen sheds light on the anatomy and taxonomy of the early Late Triassic dinosauriforms from the Chañares Formation, NW Argentina. *The Anatomical Record*, *33*(5), 1393–1438.

Ezcurra, M. D., von Baczko, M. B., Trotteyn, M. J. y Desojo, J. B. (2019). New proterochampsid specimens expand the morphological diversity of the rhadinosuchines of the Chañares Formation (Lower Carnian, Northwestern Argentina). *Ameghiniana*, *56*(2), 79–115.

Fiorelli, L. E., Ezcurra, M. D., Hechenleitner, E. M., Argañaraz, E., Taborda, J. R. A., Trotteyn, M. J., von Baczko, M. B. y Desojo, J. B. (2013b). The oldest known communal latrines provide evidence of gregarism in Triassic megaherbivores. *Scientific Reports*, *3*,

3348.

Fiorelli L. E., Ezcurra M. D., Hechenleitner E. M., Pol D. y Grellet-Tinner, G. (2015). A new theropod assemblage from the Late Cretaceous of western Gondwana, La Rioja Province, Argentina. *Actas del 4° International Palaeontological Congress* (pp. 711). Mendoza.

Fiorelli, L. E., Grellet-Tinner, G., Alasino, P. H. y Argañaraz, E. (2012). The geology and paleoecology of the newly discovered Cretaceous neosauropod hydrothermal nesting site in Sanagasta (Los Llanos Formation), La Rioja, northwest Argentina. *Cretaceous Research*, *35*, 94–117.

Fiorelli, L. E., Grellet-Tinner, G., Argañaraz, E. y Salgado, L. (2013a). Tafonomía del sitio de nidificación de neosaurópodos de Sanagasta (La Rioja, Argentina): ejemplo de preservación excepcional en un paleoambiente hidrotermal del Cretácico Inferior. *Ameghiniana*, *50*(4), 389–406.

Fiorelli, L. E., Leardi, J. M., Hechenleitner, E. M., Pol, D., Basilici, G. y Grellet-Tinner, G. (2016). A new Late Cretaceous crocodyliform from the western margin of Gondwana (La Rioja Province, Argentina). *Cretaceous Research*, *60*, 194–209.

Fiorelli, L. E., Rocher, S., Martinelli, A. G., Ezcurra, M. D., Hechenleitner, E. M. y Ezpeleta, M. (2018). Tetrapod burrows from the Middle–Upper Triassic Chañares Formation (La Rioja, Argentina) and its palaeoecological implications. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, *496*, 85–102.

Gorla, D. E. (2008). *CRILAR 1998 – 2008: Historia de su primera década*. CRILAR.

Grellet-Tinner, G. y Fiorelli, L. E. (2010). A new Argentinean nesting site showing neosauropod dinosaur reproduction in a Cretaceous hydrothermal environment. *Nature Communications*, *1*, 32.

Grellet-Tinner, G., Fiorelli, L. E. y Salvador, R. B. (2012). Water vapor conductance of the Lower Cretaceous dinosaurian eggs from Sanagasta, La Rioja, Argentina –paleobiological and paleoecological implications for South American faveoloolithid and megaloolithid eggs. *Palaios*, *27*, 35–47.

Hechenleitner, E. M., Fiorelli, L. E., Grellet-Tinner, G., Leúzinger, L., Basilici, G., Taborda, J. R. A., De la Vega, D. R. y Bustamante, A. C. (2016b). A new Upper Cretaceous titanosaur nesting site from La Rioja (NW Argentina), with implications for titanosaur nesting strategies. *Palaeontology*, *59*(3), 433–446.

Hechenleitner, E. M., Fiorelli, L. E., Larrovere, M. A., Grellet-Tinner, G. y Carignano, A. P. (2014). Comment on "Dynamic topography in South America" by Federico M. Dávila & Carolina Lithgow-Bertelloni. *Journal of South American Earth Sciences*, *50*, 93–94.

Hechenleitner, E. M., Fiorelli, L. E., Martinelli, A. G. y Grellet-Tinner, G. (2018b). Titanosaur dinosaurs from the Upper Cretaceous of La Rioja province, NW Argentina. *Cretaceous Research*, *85*, 42–59.

Hechenleitner, E. M., Grellet-Tinner, G. y Fiorelli, L. E. (2015). What do giant titanosaur dinosaurs and modern Australasian megapodes have in common? *PeerJ*, *3*, e1341.

Hechenleitner, E. M., Grellet-Tinner, G., Foley, M., Fiorelli, L. E. y Thompson, M. B. (2016a). Micro-CT scan reveals an unexpected high-volume and interconnected pore network in a Cretaceous Sanagasta dinosaur eggshell. *Journal of the Royal Society Interface*, *13*, 20160008.

Hechenleitner, E. M., Leuzinger, L., Martinelli, A. G., Rocher, S., Fiorelli, L. E., Taborda, J. A. R. y Salgado, L. (2020). Two Late Cretaceous sauropods reveal titanosaurian dispersal across South America. *Communications Biology*, *3*(1), 622.

Hechenleitner, E. M., Taborda, J. R. A., Fiorelli, L. E., Grellet-Tinner, G. y Nuñez-Campero, S. R. (2018a). Biomechanical evidence suggests extensive eggshell thinning during incubation in the Sanagasta titanosaur dinosaurs. *PeerJ*, *6*, e4971.

Hünicken, M. A., Tauber, A. A. y Leguizamón, R. R. (2001). Hallazgo de huevos y nidos de dinosaurios, asociados a restos de vegetales silicificados: asignación al Cretácico de las secuencias portadoras aflorantes en Sanagasta, provincia de La Rioja. *Ameghiniana, Suplemento Resúmenes*, *38*(4), 10R.

Lecuona, A., Desojo, J. B. y Cerda, I. A. (2020). New information on the anatomy and histology of *Gracilisuchus stipanicicorum* (Archosauria: Pseudosuchia) from the Chañares Formation (early Carnian), Argentina. *Comptes Rendus Palevol*, *19*(3), 40–62.

Leuzinger, L., Bernasconi, S. M., Fiorelli, L. E., Hechenleitner, E. M. y Alasino, P. H. (2017). Preliminary clumped isotope data from Late Cretaceous titanosaur (sauropoda) eggshells: preservation of the original isotopic signal and implications for palaeoecological and palaeobiological interpretations. *Actas del 6° Symposium on Dinosaur Eggs and Babies* (pp. 29). Caparica.

Leuzinger, L., Bernasconi, S. M., Vennemann, T., Luz, Z., Vonlanthen, P., Ulianov, A., Baumgartner-Mora, C., Hechenleitner, E. M., Fiorelli, L. E. y Alasino, P. H. (2021). Life and reproduction of titanosaurians: Isotopic hallmark of mid-palaeolatitude eggshells and its significance for body temperature, diet, and nesting. *Chemical Geology*, *583*, 120452. https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2021.120452.

Limarino, C. O., Ciccioli, P. L., Krapovickas, V. y Benedito, L. D. (2016). Estratigrafía de las sucesiones mesozoicas, paleógenas y neógenas de las quebradas Santo Domingo y el Peñón (Precordillera Septentrional riojana). *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, *73*(3), 301–318.

Martínez, R. N., Alcober, O. A. y Pol, D. (2019). A new protosuchid crocodyliform (Pseudosuchia, Crocodylomorpha) from the Norian Los Colorados Formation, northwestern Argentina. *Journal of Vertebrate Paleontology*, *38*(4), 1–12.

Melchor, R. N., de Valais, S. y Genise, J. F. (2002). Bird-like fossil footprints from the Late Triassic. *Nature*, *417*(6892), 936–938.

Pérez Loinaze, V., Vera, E. I., Fiorelli, L. E. y Desojo, J. B. (2018). Palaeobotany and palynology of coprolites from the Late Triassic Chañares Formation of Argentina: implications for vegetation provinces and the diet of dicynodonts. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, *502*, 31–51.

Rodríguez Brizuela, R. y Tauber, A. A. (2006). Estratigrafía y mamíferos fósiles de la Formación Toro Negro (Neógeno), Departamento Vinchina, noroeste de la provincia de La Rioja, Argentina. *Ameghiniana*, *43*(2), 257–272.

Tauber, A. A. (2005). Mamíferos fósiles y edad de la Formación Salicas (Mioceno tardío) de la sierra de Velasco, La Rioja, Argentina. *Ameghiniana*, *42*(2), 443–460.

Tauber, A. A. (2007). Primer yacimiento de huevos de dinosaurios (Cretácico Superior) de la provincia de La Rioja, Argentina. *Ameghiniana*, *44*(1), 11–28.

Vizán, H., Geuna, S., Melchor, R. Bellosi, E. S., Lagorio, S. L., Vásquez, C., Japas, M. S., Ré, G. y Do Campo, M. (2013). Geological setting and paleomagnetism of the Eocene red beds of Laguna Brava Formation (Quebrada Santo Domingo, northwestern Argentina). *Tectonophysics*, *583*, 105–123.

doi: 10.5710/PEAPA.16.05.2021.363

**Recibido:** 11 de diciembre 2020
**Aceptado:** 16 de mayo 2021
**Publicado:** 13 de mayo 2022